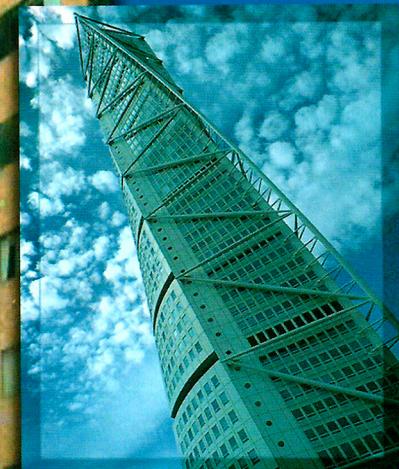


أساسيات تكنولوجيا الخرسانة

الأستاذ الدكتور

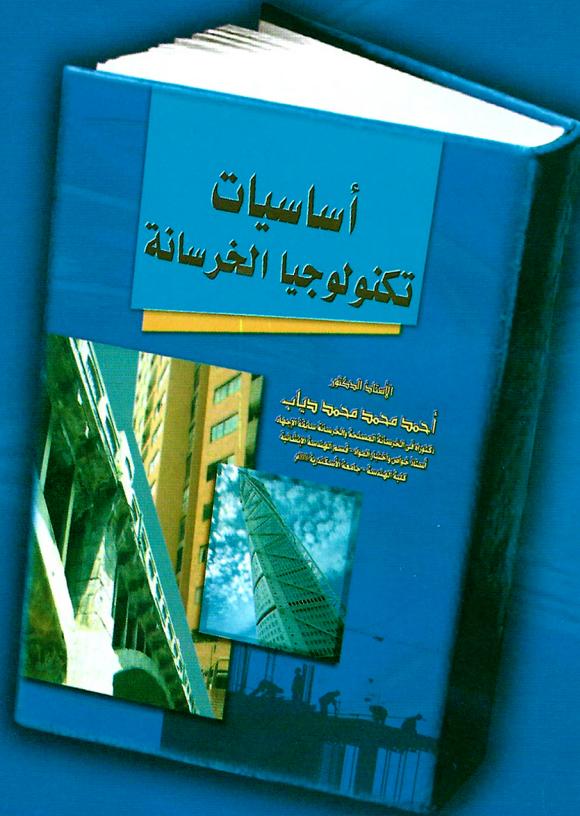
أحمد محمد محمد حباب

أكاديمية في الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد
أستاذ خواص واختبار المواد - قسم الهندسة الإنشائية
كلية الهندسة - جامعة الأسكندرية



أساسيات تكنولوجيا الخرسانة

الطبعة الأولى
الطبعة الأولى
الطبعة الأولى



SCANED BY
ENG.OSAMA TAREK

الباب الثالث الخرسانة الطازجة (Fresh Concrete)

1- مقدمة:

تمر الخرسانة عند تجهيزها وصيانتها بمراحل متعددة، وأول هذه المراحل هي مرحلة الخرسانة الطازجة، وتمتد هذه المرحلة من بداية خلط الخرسانة حتى بداية حدوث الشك الإبداعي للخرسانة، ولابد من أن تتوفر في الخرسانة الطازجة مواصفات خاصة لها مثل التشغيلية والقوام. وقد تعطى نتائج هذه المواصفات دلائل لخواص الخرسانة في المراحل التالية لها، وتنستخدم اختبارات الخرسانة الطازجة كطريقة لضبط الجودة في الموقع. وتتوقف خواص الخرسانة الطازجة على نوع المنشآت المستخدمة وقطاعاته والمسافات الخالصة بين صلب التسلیح، وكذلك طريقة الصب؛ فمما لا شك فيه أن خواص الخرسانة المستخدمة في حالة الصب بواسطة المضخات تختلف عن مثيلتها المستخدمة بالطرق العادي. وأهم خواص الخرسانة الطازجة هي القوام والتشغيلية والانفصال الحبيبي والتزيف.

2- قوام الخرسانة : Consistency

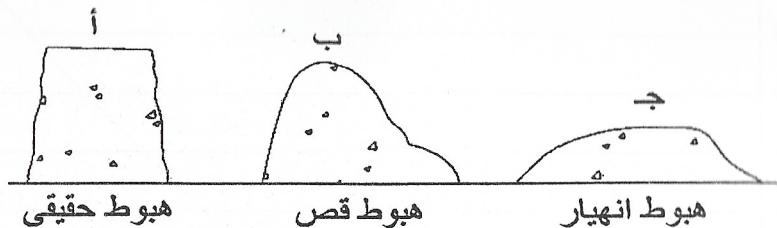
يعبر قوام الخرسانة التي لا تحتوى على الإضافات عن درجة بلالها ومحتوى المياه فيها، فلوجد خرسانة جافة وخرسانة صلبة ولذنة ومبلاة ومانية القوام ، فالخرسانة التي تحتوى على ماء قليل جداً ، بحيث يظهر الركام غير مبلل يطلق عليها خرسانة ذات قوام جاف (Dry Consistency)، وإذا ضغط مهندس ما على الخرسانة المصبوبة بقدمه فلن تحدث علامة. والخرسانة ذات محتوى الماء القليل تظهر متمسكة، وتظهر فيها أثر سطحى لقدم المهندس عند الضغط عليها، ويقال أن الخرسانة قوامها صلب (Hard)، ومن السهل أن يلاحظ المهندس ذلك الخرسانة عند تزولها من الخلطة على هيئة مخروط متمسك. أما الخرسانة ذات محتوى الماء المتوسط والتى تظهر فيها جزيئات الماء لامعة في ضوء النهار والتى تترك أثر غائر لقدم المهندس يقال أنها خرسانة ذات قوام لدن (Plastic). والخرسانة ذات محتوى الماء العالى والتى يظهر بها الماء للعين المجردة وتتحرك جانبياً عند الضغط عليها، يقال أن قوامها مبلل (Wet). أما الخرسانة ذات محتوى الماء العالى جداً، فإن الماء يتحرك لخارج الخرسانة عند الأطراف منفصلة عنها، ويسمى ذلك القوام قوام مائى (Sloppy)، وهذا القوام لا يمكن استخدامه في المنشآت إذا كانت الخرسانة بدون إضافات كيميائية.

والحكم على نوع القوام بأسلوب علمي توجد عدة طرق تستخدم لتعيينه وهى:

- اختبار الهبوط (Slump Test).
- اختبار منضدة الانسياب (Flow Table Test).
- اختبار كرة الاتraction (غير مستخدمة الآن) (Ball Penetration Test).

3- اختبار الهبوط : Slump Test

الغرض من الاختبار هو تعيين قوام الخرسانة عن طريق معرفة درجة هبوتها. ويستخدم هذا الاختبار نظراً لسهولته كاختبار ضبط جودة رخيص الثمن، حيث تعطى نتائجه معلومات لا ياس بها عن نسب مكونات الخلط وخاصة الماء . ويمكن اجراء هذا الاختبار في المعمل أو الموقع. ويستخدم لهذا الاختبار مخروط مفتوح من نهايته بالأبعاد المبينة بالشكل (1-3).

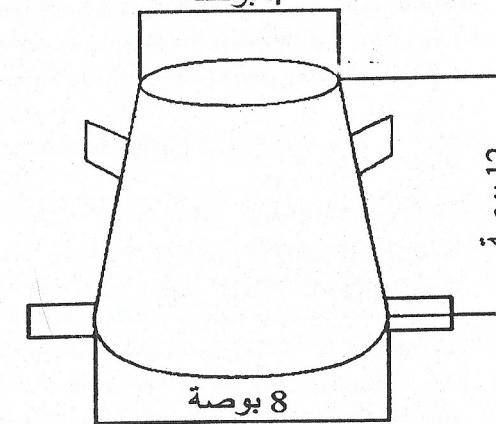


شكل (2-3) أشكال الهبوط المتوقعة



شكل (1-3-1) مخروط الهبوط

بوصة 4



شكل (1-3-2) مقاس مخروط الهبوط

خطوات الاختبار:

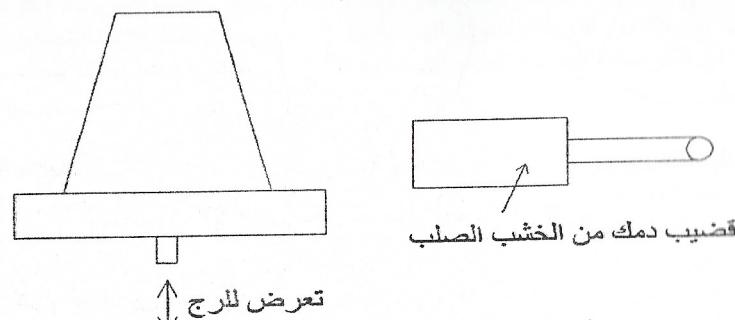
1. ينظف السطح الداخلى للمخروط، ويبلى سطحه الداخلى بالماء أو الزيت لكي يسهل رفع المخروط بعد ذلك.
2. توضع الخرسانة المراد تعيين قوامها في المخروط على ثلاثة طبقات مع دمك كل طبقة 25 مرة بقضيب الدمك القياسي (قطر 16 مم).
3. يسوى سطح الخرسانة عند نهاية المخروط، ثم يرفع المخروط بحرص وبيبطء، ثم يقاس هبوط الخرسانة بالنسبة لقمة المخروط. ويجب أن يكون الهبوط صحيح ليس ناتج عن صدم للخرسانة بالمخروط المعدنى، ولذلك يجب إعادة الاختبار مرة أخرى إذا حدث هبوط قص أو هبوط انهيار. فإذا تكرر حدوث هبوط القص أو هبوط الانهيار، دل ذلك على أن الخلطة يجب إعادة تصميمها. ويمكن تقسيم الخرسانة إلى أنواع قوام مختلفة على حسب هبوطها كما بجدول (1-3).

جدول (1-3) تقسيم القوام بناءً على قيمة الهبوط

قوام الخلطة	الهبوط (سم)	صفر-2 جاف	4-2 صلب	12-4 مبل	20-12 مبل	أكبر من 20 مائي
-------------	-------------	-----------	---------	----------	-----------	-----------------

أ. اختبار الانسياب :Flow Test

الغرض من هذا الاختبار هو دراسة النسبة المئوية لانسياب الخرسانة التي تعبّر عن نوع فراوها، ويستخدم لذلك الاختبار الجهاز المبين بشكل رقم (5-3).



شكل (5-3) فكرة منضدة الانسياب

خطوات الاختبار :

١. ينظف قاعدة الجهاز جيداً، وكذلك القالب الخاص بالجهاز مع تنظيف القالب جيداً قبل الاستخدام.
٢. يوضع القالب فوق قاعدة الجهاز في مكانه الصحيح حيث يوضح القالب في مركز الجهاز تماماً.
٣. يتم ملء القالب بالخرسانة المراد اختبارها على طبقتين مع دمك كل طبقة 10 مرات باستخدام قضيب الدمك التقاسي.
٤. يرفع القالب المعدني ويشغل الجهاز، حيث يسمح لقاعدة الجهاز بالارتفاع والانفاس امساكاً قياسية ١٢ بوصة وذلك 15 مرة في فترة 60 ثانية في المتوسط.
٥. نتيجة لعملية الاهتزاز السابقة يتحول شكل المخروط إلى شكل غير منتظم، ثم يتم قياس القطر المتوسط لذلك الشكل عن طريق قياس القطر في عدة اتجاهات وتحسب النسبة المئوية للانسياب كما يلى:

$$\frac{\text{القطر المتوسط} - 20}{100} \times 100$$

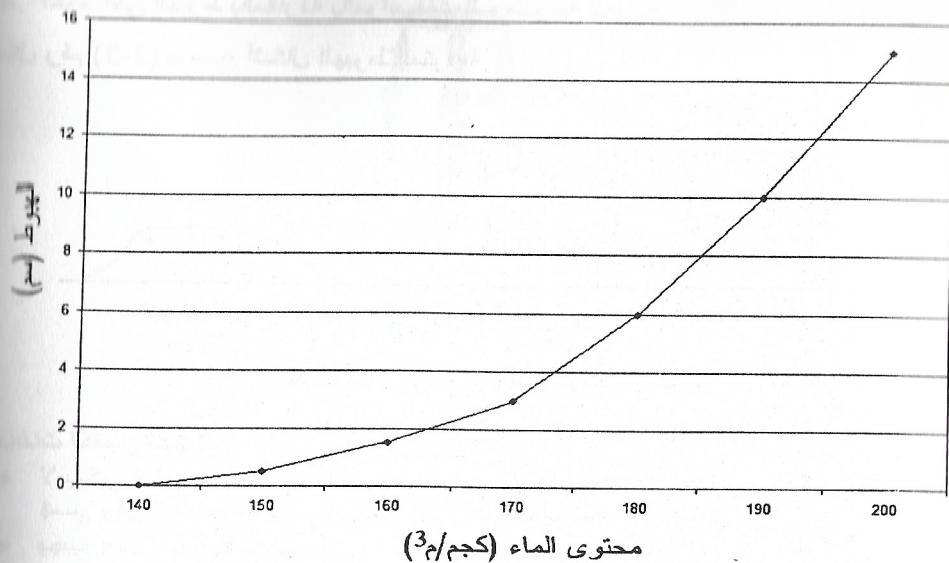
ومن المهم التأكيد على أن أبعاد المخروط تختلف حسب نوع المواصفة.

وتعطى قيم النسبة المئوية للانسياب دلالة على قوام الخرسانة كما هو موضح بجدول (2-3).

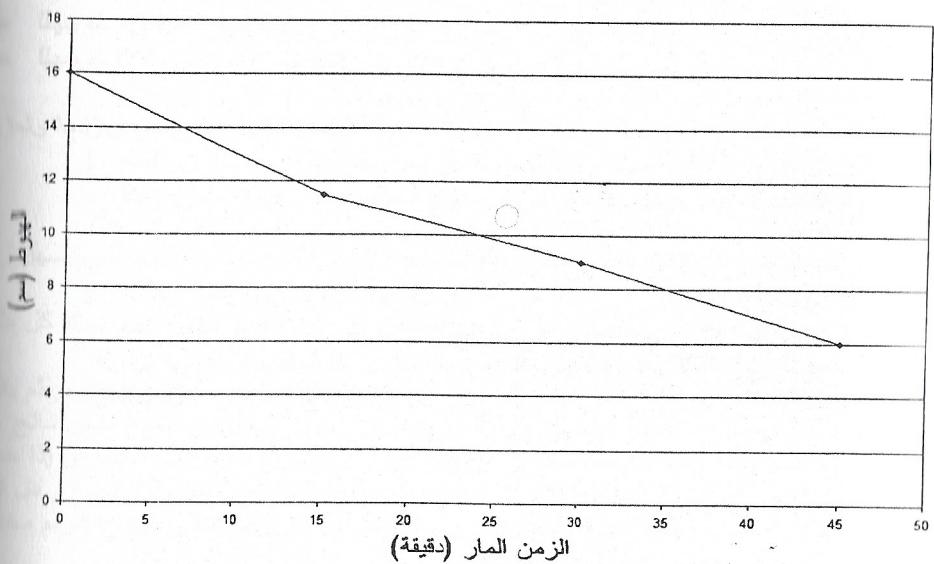
جدول (2-3) تقسيم القوام بناءً على النسبة المئوية للانسياب

أكبر من 120 مانى	120-100 مبلل	100-60 لدن	60-20 صلب	صفر-20 جاف	النسبة المئوية للانسياب (%) قوام الخرسانة

وفي بعض الأبحاث قد يكون القطر المتوسط معيّن عن الانسياب. ويفيد هذا الاختبار كذلك في الحكم على قابلية الخرسانة لانفصال نتيجة تعرّضها للرج، وشكل (6-3) يوضح كيفية استخدام ذلك.



شكل (3-3) العلاقة بين محتوى الماء بالخلطة و الهبوط



شكل (4-3) تأثير الزمن المار على هبوط الخرسانة

وتوجد عوامل أخرى مثل خواص الركام وتأثير درجة حرارة الجو وتأثير الإضافات الكيميائية، والتي سوف تُذكر لاحقاً.

أو حدوث تعشيش (فجوات صغيرة بالخرسانة)، أو حدوث نسبة فراغات عالية. ولذلك يمكن إيجاد تعريف التشغيلية على أنها مقدار الشغل المبذول لإنجاح خرسانة تامة الدهك بدون حدوث انفصال أو نزيف بها. وكلما اقتربت الخرسانة من كونها سائل، فسوف تسلك سلوك السائل، حيث تملأ الشدات دون الحاجة إلى أي دمك خارجي، وهذا ما توصل إليه المهندسون خلال ذلك الأخير بواسطة إضافات خاصة لإنجاح خرسانة ذاتية الدهك. وكلما اقتربت الخرسانة من كونها جافة، فإنها تقترب من التربة والمواد الصلبة التي يصعب أن تملأ الشدات بدون الحاجة إلى خارجية لدفع الخرسانة للحركة لملء الشدات وتقليل الفراغات فيما بينها للحصول على أعلى كثافة ممكنة.

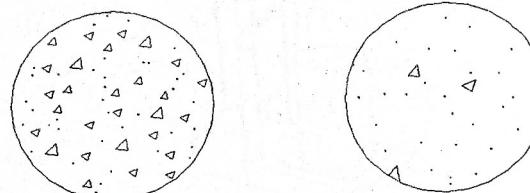
أ- الانفصال (Segregation):
الأصل في صب الخرسانة أن تكون الخرسانة متجانسة أو قريبة من التجانس. فإذا أخطأ البالد في تصميم الخلطة أو أخطأ في التنفيذ، بحيث تزيد نسبة الركام الكبير في جزء من الخلطة عن نسبة في باقي الأجزاء، يقال أن الخرسانة حدث بها انفصال وهذا يؤدي إلى ضعف التقوية والتحملية. ويعتبر صب الأعمدة من ارتفاعات عالية مثل لعراض الخرسانة لانفصال في حالة عدم الاحتياط.

ب- التريف (Bleeding):
استخدم المهندس كمية كبيرة من الماء، وعرضت الخرسانة لهز زائد أو عرضت الخرسانة لهز خاطئ، يصعد ماء الخلط لأعلى سطح الخرسانة حاملاً حبيبات الأسمنت لأعلى، وذلك ينذر الخرسانة تجانسها، وهذا الماء قد يتجمع أسفل صلب التسليح بحيث يسبب نقص في قوام الترابط بين الخرسانة وصلب التسليح، وتجمعه كذلك تحت الركام الكبير، وخاصة الركام المفلطح منه (Flaky) يسبب نقص الترابط بين الركام ومونة الأسمنت.

ج- العوامل المؤثرة على التشغيلية:
أ- خواص الركام:

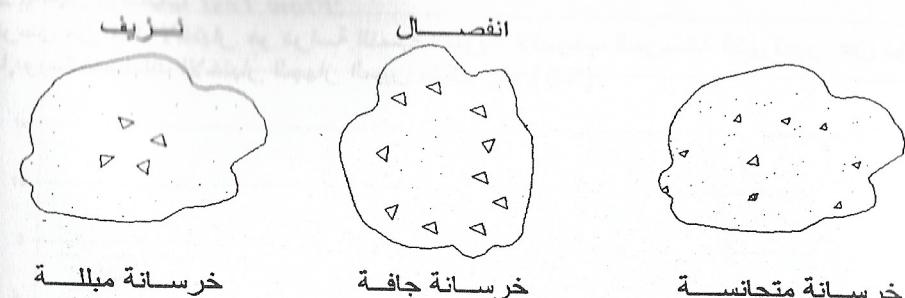
الركام الدائرى مثل الزلط يحقق تشغيلية أفضل من الركام الزاوي مثل كسر الأحجار، والركام الناعم وقليل المسام السطحية يحقق تشغيلية أفضل من الركام الخشن وعالي التشغيلية عن الركام منتظم التدرج.

ب- محتوى عجينة الأسمنت والرمل بالنسبة للركام الكبير:
كما هو واضح من شكل (8-3) يتضح أنه كلما زاد محتوى العجينة تحسن تشغيلية الخرسانة نظراً لنقص الاحتكاك.



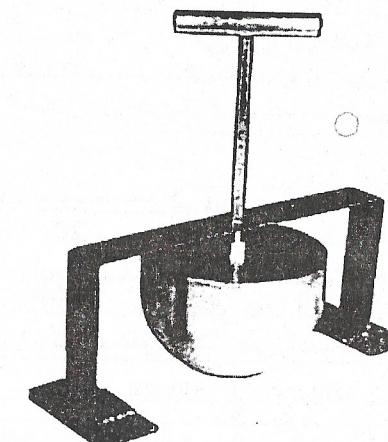
محتوى عجينة عالي
تشغيلية أفضل
عجينة قليلة
تشغيلية أقل

شكل (8-3) تأثير محتوى عجينة الأسمنت على التشغيلية



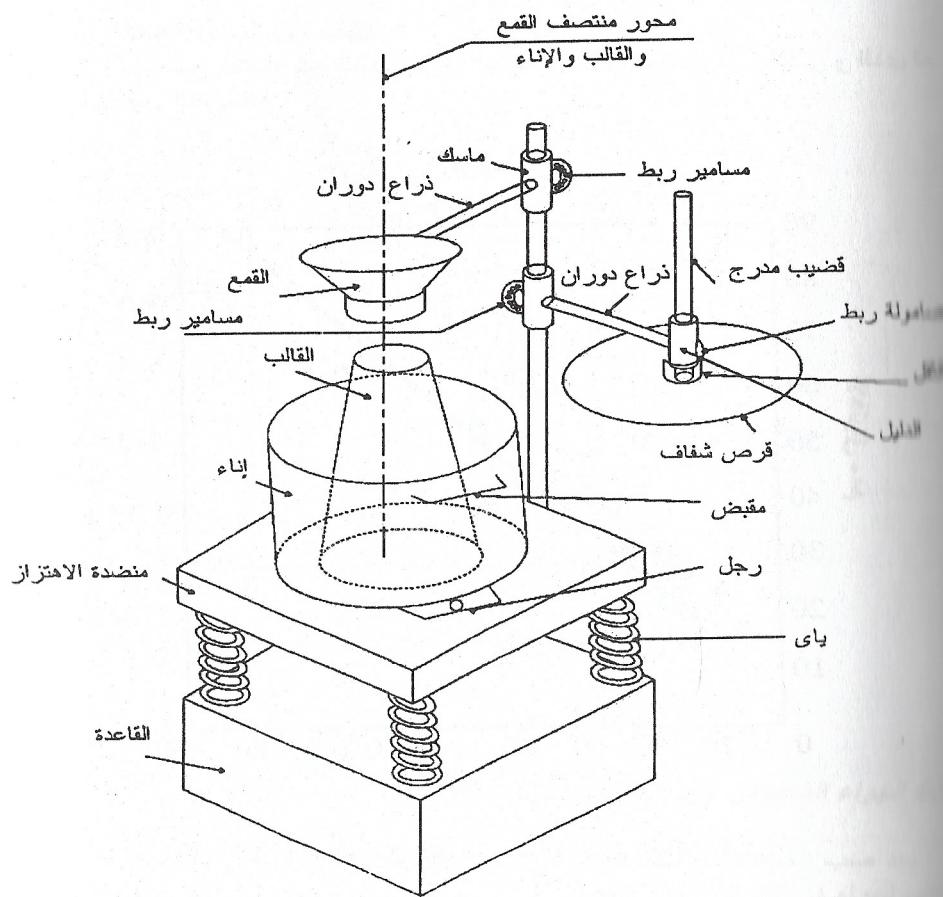
شكل (3-6) الحكم على حدوث الانفصال أو النزيف

3-2-3 اختبار كرة الاختراق:
ويشبه هذا الاختبار إلى حد ما اختبار "هبوط" وتعتمد فكرة ذلك الاختبار على اختراق جزء من كرة لها وزن معين (حوالى 13.6 كجم) لسطح الخرسانة، ويمكن إجراء ذلك الاختبار للخرسانة وهي في الشدة في الموقع، ويمكن إجراؤه في المعمل أيضاً، وتتألف خطوات الاختبار فيما يلى:
1. تسوية الخرسانة المراد اختبارها جيداً مع مراعاة لا يقل سمك الخرسانة المختبرة عن 15 سم حيث تتأثر قيم الاختراق بسمك الخرسانة المختبرة حيث يزداد قيم الاختراق بزيادة سمك الخرسانة.
2. يوضع الجهاز فوق الخرسانة المختبرة، ويسمح للكرة باختراق الخرسانة المختبرة تحت تأثير وزنها، ويقاس قيمة الاختراق، ويجب تكرار الاختراق في أماكن مختلفة وحساب القيمة المتوسطة، لذلك الاختراق، ويبين شكل (7-3) الجهاز.



شكل (7-3) اختبار كرة كيللى
3-3 تشغيلية الخرسانة (Workability):

وتشغيلية الخرسانة هي الخاصية التي تعبّر عن سهولة خلط ونقل وصب ودمك وتسويه سطح الخرسانة دون حدوث نزيف أو انفصال للخرسانة، والهدف من خاصية التشغيلية هو ملء شدات الخرسانة لتأخذ الخرسانة شكل العضو الإنساني، ولتحل محل المنظر المعماري دون تشوّهات.



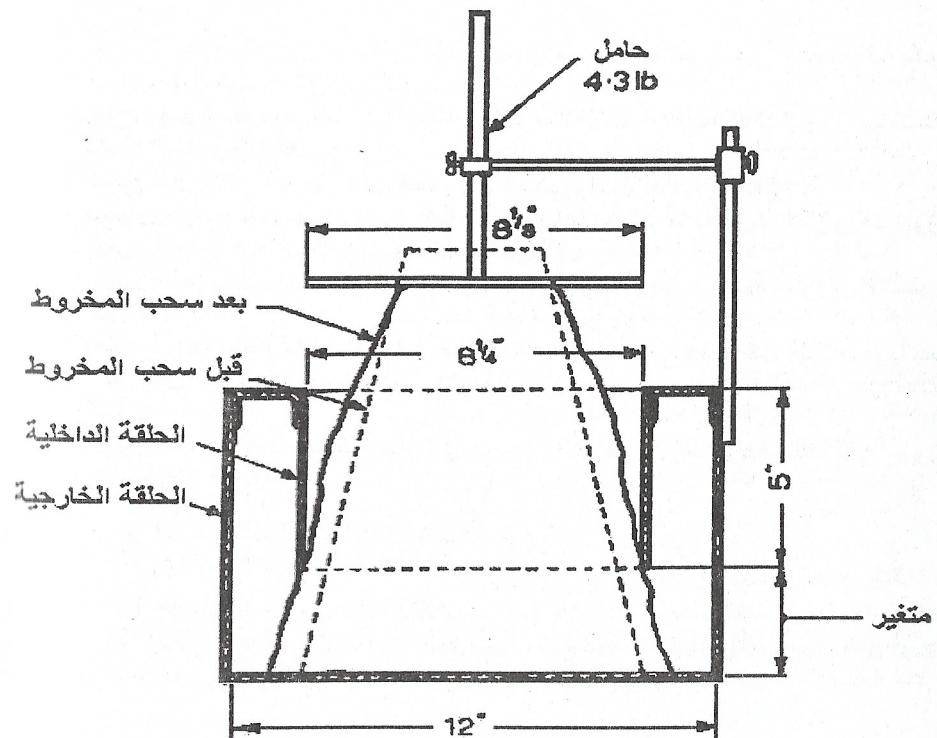
شكل (11-3) اختبار فى بي

خطوات الاختبار:

1. يوضع مخروط الهبوط فى الاسطوانة كما بالشكل، ويملاً بالطريقة القياسية على 3 طبقات تدمر كل طبقة 25 دمكة.

2. يرفع المخروط ويجب أن يهبط هبوط صحيح ولا يحدث به قص أو يلامس الاسطوانة، ويوضع اللوح الشفاف على الخرسانة ويترك حراً، ويتم تشغيل منضدة الاهتزاز، ونحسب زمن الهز اللازم حتى تغطية السطح السفلى للوح الشفاف بمونة الأسمنت.

3. وتقياس التشغيلية بالزمن اللازم لتحويل المخروط إلى اسطوانة عند اللحظة السابقة، ونغير هذه الطريقة أفضل الطرق المستخدمة في قياس تشغيلية الخرسانات الجافة ويعتبر مناسب للخلطات التي تعطى زمن فى بي أقل من 5 ثانى.



شكل (10-3) اختبار اعادة التشكيل

خطوات الاختبار:

1. يوضع مخروط الهبوط فى اسطوانة الجهاز، كما هو موضح بالشكل.

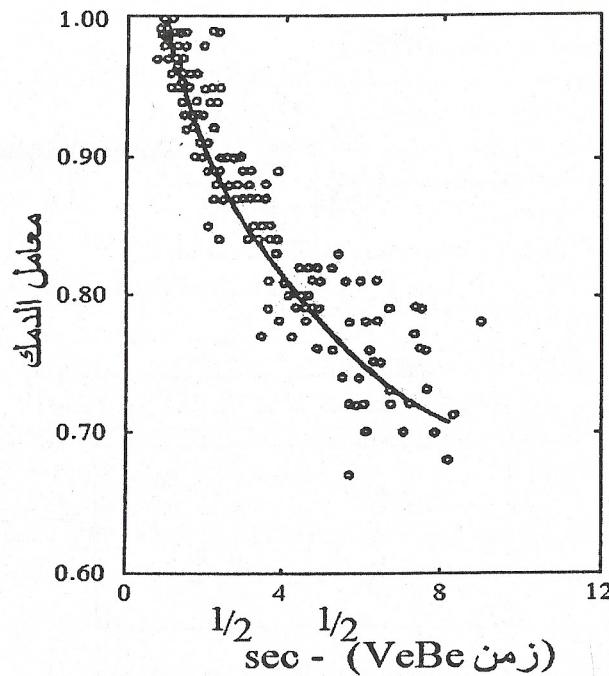
2. يُملأ المخروط بالطريقة القياسية.

3. يرفع المخروط ، ويوضع فوق الخرسانة لوح زجاجي يزن مع القصبي الحامل له حوالي 2 كجم.

4. تُرَجَّع منضدة الجهاز بمعدل رجة كل ثانية ، حتى ينخفض اللوح الزجاجي فوق لوح القاعدة حوالي 8.1 سم ، وهنا يقال أن المخروط تحول إلى اسطوانة ، ويقاس الجهد بعد الرجات اللازمة لذلك . وكلما كان عدد الرجات كبير، دل على أن الخرسانة جافة ، والعكس صحيح و بذلك يتم الحكم على التشغيلية بعدد الرجات.

ج - اختبار فى بي : Ve-Be Test :

ويشبه اختبار (فى بي) إلى حد ما اختبار إعادة التشكيل ، مع تغيير اسطوانة جهاز إعادة التشكيل إلى اسطوانة عادية ، مع الاحتفاظ بمخروط الهبوط كما هو. وهنا في هذا الاختبار يقال أن المخروط تحول إلى اسطوانة عندما يغطى اللوح الزجاجي الخرسانة تماماً، شكل (11-3).



شكل (3-13) العلاقة بين زمن في بي و معامل الدمك

أ- الهواء المحبوب : *Air Entrained*

بعد صب الخرسانة ودمكها يتبقى جزء من حبيبات الهواء محصور داخل الخرسانة، ويطلق على الهواء في تلك الحالة بالهباء المحبوب عرضاً. أما في أوروبا والمناطق التي تتعرض للتغير، ونظراً لبعض الخرسانة لعملية الصنف حيث يتعرض الماء الموجود داخل الخرسانة لارتفاع، فيزيد حجم الماء ويولد ضغط على الخرسانة ثم يذوب الثلج، وتتكرر عملية التلذج والذوبان، مما قد يعرض المنشآت للتدهور وظهور شروخ بها، ولذلك يتم إنتاج خرسانة ذات هواء محبوب تراوحة نسبته بين 4 و 8.5%. وتنوقف نسبة الهواء المحبوب أساساً على المقاييس الاعتباري الأكبر للركام، فكلما صغرت المقاييس الاعتباري، زادت نسبة الهواء المحبوب التي تتطلع الخرسانة احتواها.

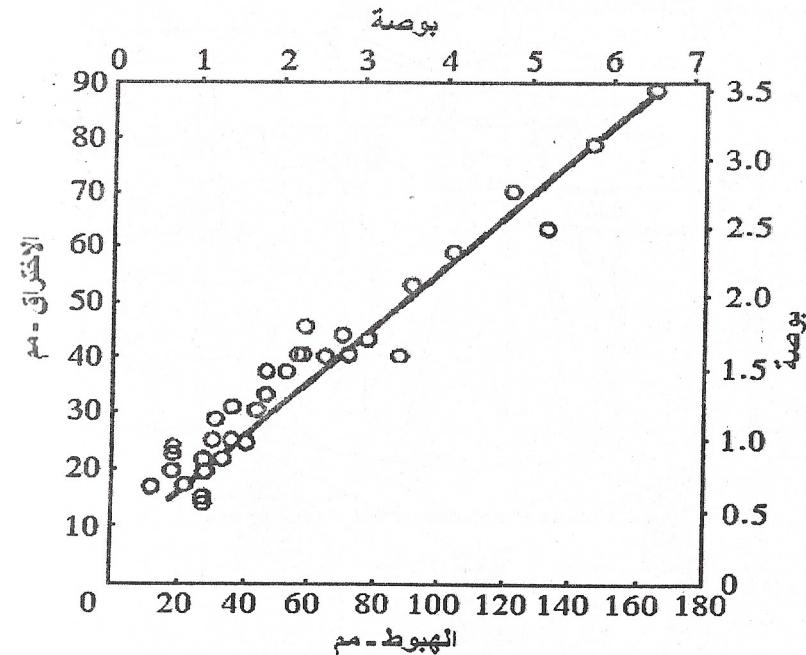
ب- لكرة اختبار تحديد محتوى الهواء المحبوب بطريقة الضغط:

Air Content of Concrete Using Pressure Method:

يحدد هذا الاختبار محتوى الهواء المحبوب في خلطة خرسانية غير مستخدم فيها ركام ثقيل أو بها نسبة مسام عالية.

تملا الأسطوانة بالخرسانة الطازجة وتدمك قياسياً، ثم يملأ المخروط بالماء ثم يعرض لضغط الهواء، ثم تقرأ الهواء المحبوب من على العداد، انظر شكل (143).

د- العلاقة بين نتائج الاختبارات المختلفة:
شكل (12-3) يوضح العلاقة بين نتائج اختبار الهبوط ونتائج اختبار كرة كيللي و الذي تم إجراؤهما على نفس الخرسانة.



شكل (12-3) العلاقة بين الهبوط و مسافة الاتساق لكرة كيللي

وشكل (13-3) يوضح العلاقة بين اختبار في بي و اختبار معامل الدمك و الذي تم إجراؤهما على نفس الخرسانة.

1-5-1 تعريف زمن التصلب الابتدائي والنهائي .

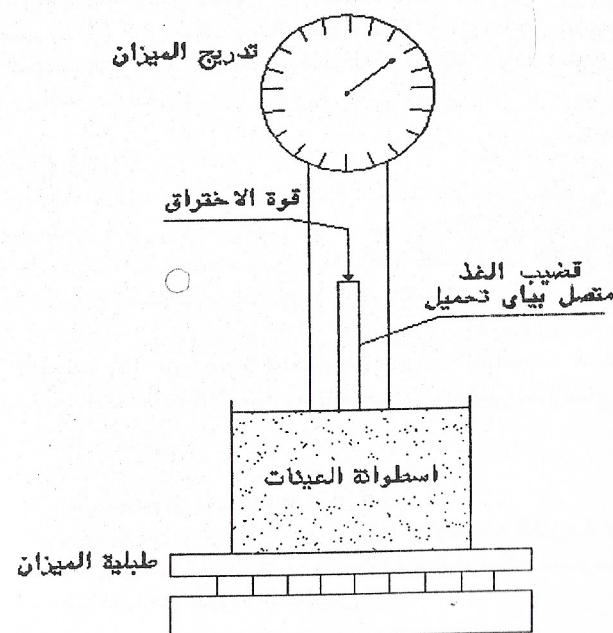
• من التصلب الابتدائي هو الزمن من لحظة إضافة الماء للخرسانة القياسية وحتى اللحظة التي يكون عندها إجهاد الإختراق لقضيب قياسي = 3.5 ن/م^2 .

• زمن التصلب النهائي هو الزمن من لحظة إضافة الماء للخرسانة القياسية وحتى اللحظة التي يكون عندها إجهاد الإختراق لقضيب قياسي = 27.6 ن/م^2 .

2-5-2 اختبار مقاومة الإختراق لتعيين زمن تصلب الخرسانة

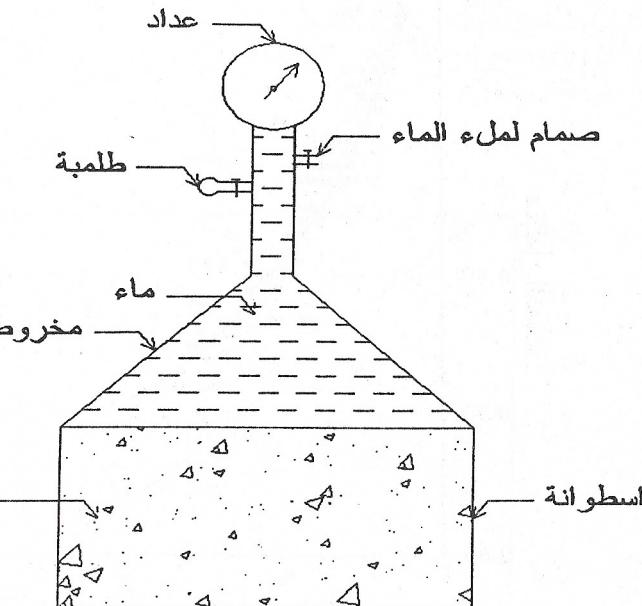
Test Method for Determination of Concrete Stiffening Time by penetration Resistance

• يستخدم تلك الطريقة لتحديد زمن التصلب الابتدائي والنهائي للخرسانة وهو يختلف عن شكل الأسمدة ويجب استخدام مونه الخرسانة بعد إستبعاد الركام الأكبر من 16/3" .
 • يستخدم جهاز الإختراق والذي يتكون من قضيب إختراق معدني اسطواني (قضيب الغز)
 • مقاطعه يتراوح بين 16 الى 645 مم² ويوجد حز دائري على بعد 25 مم من نهاية
 • القضيب الإختراق وهذا القضيب يتصل ببباعي ، ويوجد ميزان لقياس القوة التي يقاومها القضيب
 • لاختراقه للمونه الخرسانية الموضوعه فى وعاء اسطواني (قطره وإرتفاعه لا يقل عن 152
) . وشكل (15-3) يوضح رسم تخطيطي لجهاز الإختراق لتحديد زمن التصلب



شكل (15-3) رسم تخطيطي يوضح جهاز الإختراق لتحديد زمن التصلب

يام خلط الخرسانه وتنخل الخرسانه على منخل 16/3"



شكل (14-3) تحديد نسبة الهواء المحبوس

2-4-3 تأثير الهواء المحبوس على خواص الخرسانة الطازجة:

يلاحظ أن قطر حبيبات الهواء المحبوس أصغر من قطر حبيبات الأسمدة؛ مما يجعل حبيبات الهواء تنتشر بين مكونات الخرسانة مقللة قوى الاحتكاك بين مكونات الركام، لذلك فإن وجود الهواء المحبوس يحسن من تشغيلية وزيادة هبوط (Slump) الخرسانة، ويقلل من حدوث الترسيف والانفصال ويقلل من كثافة الخرسانة .

5-3 زمن التصلب Stiffening time

سوق أن ذكرنا أن الخرسانه تفقد لدونتها مع الزمن ، وعندما تفقد الخرسانة لدونتها تماماً يقال أنها تصلدت ابتدائياً ، وعندما تصلب الخرسانة وتستطيع تحمل اجهادات ضغط قليله يقال أنها تصلبت نهائياً ، وفي هذا الكتاب سيتم استخدام لفظ التصلب للتفرقه بينه وبين شكل الأسمدة
 ويتراوح زمن التصلب الابتدائي بين ساعتين وأربعين ساعة ، ويتراوح زمن التصلب النهائي بين 5 ، 8 ساعات ويتاثر هذا الزمن بحرارة ورطوبة الجو ، ووجود اضافات مؤجله أم معجله ويتأثر كذلك بقيمة هبوط الخرسانه . فكلما زادت درجة الحراره وقلت الرطوبه النسبية ، وقل الهبوط ، واستخدمت المواد المعجله يقل زمن التصلب ، واذا استخدمت المواد المؤجله يزيد زمن الشك ، ويتم تعريف زمن التصلب وتحديده عملياً كما يلى:

- الخرسانه الماره من منخل 3/16" يتم خلطها جيداً وتملاً بها ثلاثة أوعية .
- ترك الأووعيه لمده تتراوح بين ساعه أو ساعتين للخلطات سريعة الشك وأربع ساعات للخلطات بطينة الشك (الأجزاء البارده) مع تغطيتها .
- يوضع الوعاء على الميزان ونضغط بواسطه جهاز الإختراق على قضيب الإختراق ليخترق القضيب المونه لمسافة 25 م ونحدد قوه الإختراق على الميزان .
- يتم تكرار الخطوه السابقه كل نصف ساعه وترسم العلاقة بين اجهاد الإختراق الذي يساوي قوه الإختراق والزمن مساحة قضيب الإختراق

- حدد زمن التصلب الإبتدائي والنهاي من التعريف التالي .
- زمن التصلب الإبتدائي هو الزمن من لحظة إضافة الماء وحتى اللحظه التي يكون اجهاد الإختراق 3.5 ن/م² .
- زمن الشك التصلب هو الزمن من لحظة إضافة الماء وحتى اللحظه التي يكون اجهاد الإختراق 27.6 ن/م² .

6-3 التعامل مع الخلطات الخرسانية :

3-6-1 مقمه :

يحتاج المهندسون معرفة طريقة لحساب الكميات الازمة من مكونات الخرسانه التي تلائم صب منشاً معين ، وما هو جدير بالذكر أن هناك خلاتات حجميه وأخرى وزنيه ، ويقوم المهندس بحصر حجم المنشا الذي سيتم صبها بالخرسانه ، وعن طريق تصميم الخلطة يستطيع المهندس حساب كميات الركام والأسمنت والماء والإضافه ، وستتناول أسس التعامل مع الخلطات الخرسانية والتعرف على بعض التعريفات التي سيتم استخدامها .

3-6-2 الحصيله (ح) Yield

ويقصد بها حجم الخرسانة الناتجه من استخدام شيكاره أسمنت وما يناسبها من المكونات الأخرى فعندما نقول أن الحصيله 0.15 م³ فمعنى هذا أن استخدام شيكاره أسمنت وما يناسبها من الركام والماء ينتج 0.15 م³ خرسانه طازجه ، ويعني ذلك أننا عندما نريد انتاج 1 م³ فإننا في حاجة لاستخدام 1/0.15 = 6.66 شيكاره أسمنت أي (333 كجم أسمنت) .

3-6-3 معامل الأسمنت (م) Cement Factor

ويقصد به عدد الشكائر الأسمنتيه الازمه وما يناسبها من مكونات لإنتاج 1 م³ من الخرسانه الطازجه وتكون قيمة : م = 1/ ح

3-6-4 وحدة وزن الخرسانه γ . Unit weight

ويقصد به وزن الأسمنت والرمل والركام الكبير والماء والإضافه الازمة لإنتاج متر مكعب من الخرسانه الطازجه ، أي أن وحدة الوزن = وزن مكونات الخرسانه مقسوماً على حجم معين من الخرسانه الطازجه بما بداخلها من الهواء المحبوس .

3-6-5 معادلة الحجم المطلق . Absolute Volume equation

يلاحظ أن الركام والأسمنت قبل اضافته للخلاطة يحتوي بين حبيباته على فراغات . اذا درس أحد المهندسين حجم معين من الخرسانه الطازجه ، بعد صبها في أحد الأعمده ، بعد دمكها بالهزازات ، فسنجد أن هذا الحجم يحتوي على حجم معين من الركام الكبير ، وحجم معين من

$$\frac{C}{3.15} + \frac{W}{1} + \frac{S}{G_s} + \frac{G}{G_d} + \frac{Ad}{G_d} + A = 1m^3$$

حيث :

C = محتوى الأسمنت بالطن .

W = محتوى الماء بالطن .

S = محتوى الرمل بالطن .

G = محتوى الركام الكبير بالطن .

Ad = محتوى الإضافه بالطن .

A = الهواء المحبوس .

G_s = الوزن النوعي للرمل .

G_d = الوزن النوعي للركام الكبير .

G_d = الوزن النوعي للإضافه .

يرجىلاحظ أن 3.15 هي الوزن النوعي للأسمنت .

يرجى ان تمثل هذه المعدالة بالمخطط التالي :

معامل الأسمنت (م) = $1/\text{ح} = 6.41$ شيكاره (320.5 كجم).
ف تكون الكميات اللازمة للأسمنت = $0.3205 \times 0.025 = 0.08025$ طن ، الماء (0.3205 طن) ، الرمل (0.641 طن) ، الزلط = $0.20 \times 0.20 = 0.04$ طن = 40 كجم .

وزن الخرسانة = $(0.32 + 0.16 + 0.04) \times 2.403 = 1.282 + 0.641 + 0.04 = 2.403$ طن/م³.
و مما هو جدير بالذكر أن وحدة وزن خرسانة الحجر الجيري تتراوح بين (2.33 ، 2.39 طن/م³) ولخرسانة الزلط بين (2.39 ، 2.43 طن/م³) وللدولوميت بين (2.41 ، 2.45 طن/م³).
ويؤثر ذلك على نوع الركام ومحتوى الأسمنت وهيوبط الخرسانة والدمك .
وزن السقف لانتاج 100م³ خرسانه كما يلى .
وزن الأسمنت = 32 طن .

$$\text{وزن الرمل} = 0.641 \times 100 = 64.1 \text{ طن} / \text{وحدة الوزن} (1.75 \text{ م}^3) \approx 37 \text{ م}^3 .$$

$$\text{وزن الرمل} = 1.60 \times 100 = 160 \text{ طن} / 1.282 \text{ م}^3 .$$

$$\text{وزن الماء} = 16 \text{ م}^3 .$$

الكميات اللازمة لتشغيل المحطة المركزية :
وزن الأسمنت 0.48 طن ، وزن الماء = 0.24 طن ، وزن الرمل 0.962 طن ، وزن الزلط = 1.92 طن

3 - 6 : التعامل مع الخلطات الحجمية .

ناتج تكون من النسب الحجمية التالية :
0.8 م³ للزلط ، 0.36 م³ رمل ، 0.340 طن أسمنت ، 190 لتر ماء ونسبة الهواء 1.5%.
احسب حصيلة الخلطة السابقة بإستخدام خواص الركام السابق ، واحسب الكميات اللازمة لتشغيل خلاطة حجمية 0.40 م³ .

أحوال الحجوم الى أوزان بإستخدام وحدات الوزن وبالتطبيق فى معادلة الحجم المطلق .

$$\frac{0.34}{3.15} + \frac{0.19}{1} + \frac{1.75 \times 0.36}{2.65} + \frac{1.6 \times 0.8}{2.68} + 0.015V = V$$

$$1.013 = 0.985V$$

$$\therefore V = 1.03m^3$$

وهذا يعني أن استخدام 0.05/0.34 (6.8 شيكاره أسمنت) تنتج 1.03م³ خرسانه .

$$0.151 = 6.8 / 1.03 = 0.151 \text{ م}^3$$

$$6.62 = 0.151 / 1 =$$

ناتج المواد التى تنتج متر مكعب خرسانة = $V / 1.03$.

$$\text{وزن الزلط} = 1.03 / 0.8 = 1.287 \text{ متر مكعب} .$$

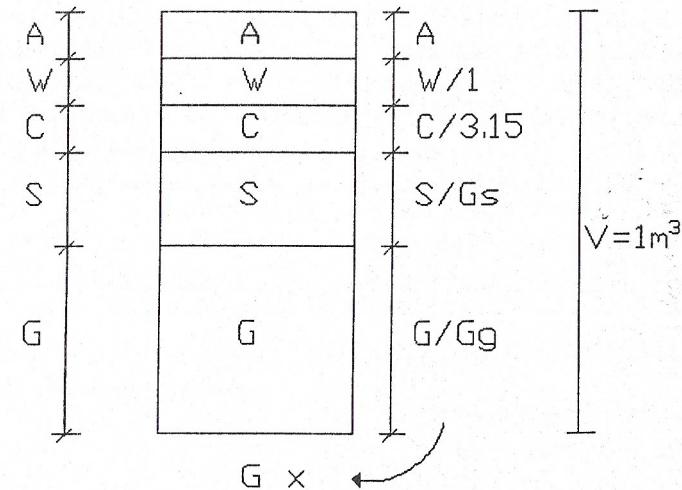
$$\text{وزن الرمل} = 1.03 / 0.36 = 0.35 \text{ متر مكعب} .$$

$$\text{وزن الأسمنت} = 1.03 / 0.34 = 0.33 \text{ طن} .$$

$$\text{وزن الماء} = 185 \text{ لتر} .$$

ناتج حساب الكميات اللازمة لتشغيل الخلطة بضرب حجوم المواد لانتاج متر مكعب $\times 0.40$.
 (ناتج الخلطة)

الحجم $\times 1/G \longrightarrow \text{الوزن بالطن}$



ومما هو جدير بالذكر أن بعض دول العالم تستخدم اليارد المكعبه (3 م³) .
وبعض المراجع تهمل حجم الإضافات وهذا الفرض يمكن استخدامه فى الإضافات الكيميائية ذات المحتوى الصغير فقط حيث يتم حالياً استخدام غبار السليكا بمحتويات عالية لا يمكن إهمالها . ومعادلة الحجم المطلق لا يمكن استخدامها فى خرسانة الركام الخفيف .

3 - 6 - 6 التعامل مع الخلطات الخرسانية ذات النسب الوزنية :

خلطة خرسانية تتكون من النسب الوزنية التالية .
 أسمنت : رمل : زلط : ماء 1 : 2 : 4 : 0.5

- احسب حصيله ومعامل الأسمنت ووحدة الوزن واحسب الكميات اللازمة لصب سقف حجم 100م³ اذا علم أن الوزن النوعى للزلط والرمل 2.68 و 2.65 على الترتيب ووحدة الوزن لها 1.75 طن/م³ ونفرض أن الهواء المحبوس 2%.
احسب الكميات اللازمة لتشغيل خلاطة وزنها سعتها 1.5 م³ للنسبة الوزنية السابقة لا يستطيع أحد أن يحدد حجم الخرسانه الناتجه .

الحل : حيث أن الحصيله (ح) تحسب للشيكاره الواحده فسوف نحل المساله على شيكاره من الأسمنت واحده ف تكون الأوزان بالطن كمايلى :

أسمنت : رمل : زلط : ماء 0.025 : 0.20 : 0.10 : 0.05

و هذه الكميات سوف تنتج حجم خرسانة طازجه (V) م³

$$\frac{0.05}{3.15} + \frac{0.025}{1} + \frac{0.10}{2.65} + \frac{0.20}{2.68} + 0.02V$$

$$0.153 = 0.98V$$

$$\therefore V = 156m^3$$

$$\text{وبهذا تكون الحصيله (ح) } = 0.156 \text{ م}^3$$

7 - 3 قياس وحدة وزن الخرسانة عملياً وأخذ عينات الخرسانة الطازجة :

1 - 7 - 3 عام

يجب بعد تصميم الخلطة تنفيذ خلطة خرسانة وقياس وحدة وزن الخرسانة للتحقق من وحدة وزن الخرسانة الناتجة من التصميم وقد يحدث فرق ينتج عن اختلاف الأوزان النوعية في التجربة عن القيم الحقيقية وقد يحدث نتيجة الدهك وغيرها . ويتم تحديد وحدة وزن الخرسانة لتصميم الشدات للخرسانة وستتناول في ما يلى كيفية أخذ عينات الخرسانة الطازجة وكيفية تحديد وحدة وزن الخرسانة .

2 - 7 - 3 طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع

Method of sampling of fresh concrete on site

مواصفة قياسية مصرية 1658 / 1988

يتم أخذ عينة الخرسانة من الجزء الأوسط من الخلطة الحجمية أو من العربة الناقلة للخرسانة بحيث يستبعد الجزء الأول والأخير وتؤخذ العينة بجاروف الغرفه الواحدة منه حوالي 5 كجم وتوضع العينة في وعاء قياسي من مادة لاتصدأ لا يقل سعته عن 9 لتر والعينة تكون بحجم يكفى صب العينات المطلوبة ويجب تقليل الخرسانة ثلاثة مرات وفي كل مره يتم تجميع الخرسانة على هيئة مخروط ويتم عمل تقرير أخذ العينة به جميع بيانات الخرسانة

3 - 7 - 3 اختبار تعين كثافة (وحدة الوزن) الخرسانة الطازجة

Test Method to Determine the Unit weight of Fresh Concrete

- يستخدم هذا الإختبار لتحديد وحدة الوزن الطازجه المدموكه لخرسانة المقاس الأكبر للركام لا يزيد عن 40 مم وتحدد تلك الكثافه لمقارنتها بكتافه الخرسانة التصميميه للخلطة لتحقق من تطابقهما أو يتم تعديل المكونات .

- يتم أخذ عينة من الخرسانة الطازجه بالطريقه القياسيه المذكوره سابقاً .

3 m^3

- يتم ملأ إناء معدني قياسي يفضل أن يكون حجمة 0.01 m^3 .

- يتم تحديد حجم الإناء بملأه بالماء فيكون الحجم = وزن الماء المضاف .

- يملأ الإناء على 6 طبقات وتتمك كل طبقة دمك قياسي 60 دمكه أو يستخدم منضده هر دمك الخرسانة .

$$\text{وحدة وزن الخرسانة} = \frac{\text{وزن الإناء وبه الخرسانة مدموكه} - \text{وزن الإناء فارغ}}{\text{حجم الإناء}}$$